UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

CENTRE DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS

CASE POSTALE 6128, SUCCURSALE A, MONTRÉAL, QUÉBEC, H3C 3J7

DEUX APPLICATIONS DU MODÈLE ÉCONOMIQUE MULTIRÉGIONAL TOMM-2

par

Yvon Bigras

Ce travail a été rendu possible par des subventions de Transports Canada (Programme Universitaire des Transports (P.U.T.)), du Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie (C.R.S.N.G.), et du fonds F.C.A.R. pour l'aide et le soutien à la recherche.

Université de Montréal
Centre de recherche sur les transports - Publication #376
Juillet 1985

Dépôt légal - 4e trimestre 1985

TABLE DES MATIÈRES

		Page
SOMMAIRE		
1.	LE MODÈLE TOMM-2	1
2.	CHAMPS D'APPLICATION DU MODÈLE	4
3.	LES MULTIPLICATEURS INTERSECTORIELS DU QUÉBEC	6
3.1	La procédure utilisée	6
3.2	Les multiplicateurs d'output	11
4.	L'IMPORTANCE DES COÛTS DE TRANSPORT DANS LA RÉPARTITION DE L'ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE	26
5.	CONCLUSION	33
BIBLIOGRAPHIE		

SOMMAIRE

Le modèle économique multirégional TOMM-2 permet une grande variété de simulations. Les résultats que nous présentons ici ont été obtenus au niveau de huit régions, correspondant aux provinces canadiennes (la Nouvelle-Écosse, le Nouveau-Brunswick et l'Ile-du-Prince-Édouard étant regroupés dans une seule région).

On a d'abord agi au niveau des contraintes définissant les demandes finales régionales. Ceci permettra de calculer des multiplicateurs d'output de type input-output. On a ensuite agi au niveau des variables socio- économiques expliquant les flux a priori. Ainsi, en diminuant les coûts de transport pour tous les flux qui partent d'une région, on observera les effets de cette modification sur la production des différentes régions.

Les résultats empiriques présentés sont basés sur les données intersectorielles régionales de 1974, compilées par la Division de l'analyse structurelle de Statistique Canada (Gaston, 1979).

1. LE MODÈLE TOMM-2

Le modèle TOMM-2 (Bigras, 1985; Bigras, Hamelin et Nguyen, 1983) permet d'obtenir les flux interrégionaux de marchandises commercialisables entre huit régions du Canada. Les régions correspondent aux provinces, la Nouvelle-Écosse, le Nouveau-Brunswick et l'Ile-du-Prince-Édouard étant cependant regroupés en une seule région. Le modèle considère 68 catégories de biens, qu'on qualifie de commercialisables par opposition aux services qui sont produits et consommés à l'intérieur de chaque région.

On obtient les flux interrégionaux x_{ij}^k $(i,j=1,\ldots R;\ k\epsilon I_1)$ en résolvant le programme convexe à contraintes linéaires suivant :

$$\underset{\{x_{ij}^k\}}{\text{Min}} \sum_{i=1}^{R} \sum_{j=1}^{R} \sum_{k\epsilon I_1} x_{ij}^k \ln \frac{x_{ij}^k}{\tilde{z}_{ij}^k} \tag{1}$$

(2)

$$\text{t.q.} \sum_{j=1}^{R} x_{ji}^k = \sum_{h\epsilon I_1} \alpha_i^{kh} \sum_{j=1}^{R} x_{ij}^h + \phi_i^k \qquad \begin{matrix} k\epsilon I_1 \\ i=1,\ldots,R \end{matrix}$$

$$\sum_{i=1}^{R} \sum_{j=1}^{R} \sum_{k\epsilon I_1} x_{ij}^k = T \tag{3}$$

$$x_{ij}^k > 0 \qquad \begin{matrix} i,j=1,\ldots,R \\ k\epsilon I_1 \end{matrix} \tag{4}$$

où on utilise la notation suivante :

$i,j=1,\ldots,R$ représentent les régions du Canada,

$k,h=1,\ldots,K$ représentent les biens et les services produits par les secteurs productifs,

I_1 est l'ensemble des indices représentant les biens commercialisables,

x_{ij}^{k} $(i,j=1,\ldots,R;\ k\varepsilon I_1)$ est le flux de bien commercialisable k entre les régions i et j,

$\tilde{z}_{ij}^{k}$ $(i,j=1,\ldots,R;\ k\varepsilon I_1)$ est une valeur a priori estimée pour le flux de bien commercialisable k entre les régions i et j,

α_i^{kh} $(i=1,\ldots,R;\ k,h\varepsilon I_1)$ est une mesure des besoins domestiques totaux de k par dollar d'output du bien h dans la région i,

ϕ_i^{k} $(i=1,\ldots,R;\ k\varepsilon I_i)$ représente les demandes finales pour chaque bien commercialisable et chaque région,

T est la valeur totale des flux de bien commercialisable entre toutes les régions.

Le modèle est fondé sur le concept d'information, et les valeurs "a priori" vers lesquelles tend la solution du programme mathématique, sont estimées à partir d'une régression des flux observés sur un ensemble de variables socio-économiques.

Les contraintes (2) sont des contraintes comptables sur les relations input-output régionales qui sont cependant composées de coefficients structurels modifés pour tenir compte de la distinction entre les biens commercialisables (ex : biens manufacturés et matières premières) qui ont des flux interrégionaux et les biens et services non-commercialisables (ex. : services personnels) qui sont produits et consommés à l'intérieur de chaque région. Dans le membre de gauche, on retrouve tout ce qui arrive de bien commercialisable k dans la région i en provenance des différentes régions j, en incluant ce qui est produit dans la région i elle-même. Dans le membre de droite, on retrouve les différentes utilisations de bien commercialisable k dans la région i. Il y a d'abord une demande intermédiaire de bien k qui découle de la production de bien commercialisable h destinée au marché domestique canadien par le biais du coefficient technique α_i^{kh}, que

cette demande soit directe ou induite par la production des biens et services non-commercialisables nécessaires pour produire du bien commercialisable h. On retrouve ensuite ϕ_i^k, la demande finale globale qui est composée de trois éléments : la production de bien commercialisable k générée par les exportations destinées à l'étranger des divers biens, la production de bien commercialisable k induite par la demande finale des biens et services non-commercialisables et la demande finale proprement dite de bien commercialisable k dans la région i. On peut retrouver dans Bigras (1985) le calcul détaillé de α_i^{kh} et ϕ_i^k, calcul fait à partir des données input-output régionales compilées par Statistique Canada pour 1974 (Gaston, 1979). Ces modifications proposées par Los (1980) aux contraintes structurelles intersectorielles régionales assurent que la solution du programme mathématique donne des flux interrégionaux de biens commercialisables qui tiennent compte des effets induits par la demande finale ou par les utilisations intermédiaires des biens et services non-commercialisables. La contrainte (3) fixe la somme totale des flux de biens commercialisables. Il est en effet nécessaire, si on se réfère aux fondements théoriques du modèle d'information en termes de distribution de probabilité, de fixer cette somme totale des flux. Cependant, il faut souligner que les demandes finales qui apparaissent dans les contraintes (2) fixent cette somme à 1% près, bien que la solution puisse être fort différente en termes des flux interrégionaux.

Cette procédure permet donc de considérer à la fois des aspects normatifs (ex : le coût de transport) et d'inertie inhérents au système économique canadien (ex : localisation des marchés, facteurs institutionnels et historiques, etc.). Le programme mathématique assure alors qu'on s'éloigne le moins possible des flux interrégionaux a priori tout en respectant les contraintes représentant la structure industrielle des provinces, ou tout autre contrainte jugée pertinente (ex : capacité de production, énergie ou main-d'oeuvre qualifiée disponible, etc.).

2. CHAMPS D'APPLICATION DU MODÈLE

Le modèle TOMM-2 permet une grande variété de simulations. On peut d'abord agir au niveau des variables socio-économiques expliquant les flux a priori. Par exemple, si on diminue les coûts de transport pour tous les flux de marchandises (ou pour certains d'entre eux) qui partent d'une région, on pourra voir les effets sur les flux interrégionaux et sur la production régionale. L'impact se fait d'abord sentir au niveau des flux a priori qu'on recalcule à partir des coefficients estimés dans les régressions. Ces nouveaux flux a priori sont ensuite insérés dans le programme mathématique (1)-(2)-(3)-(4), dont la solution tendra vers ces nouveaux flux a priori tout en respectant cependant les contraintes qu'on leur impose.

On peut aussi agir au niveau des contraintes en modifiant certaines demandes finales régionales, tant pour les biens commercialisables que pour les services non-commercialisables. Ceci permettra de calculer des multiplicateurs intersectoriels analogues aux multiplicateurs input-output. En fait, ce sont les mêmes multiplicateurs mais ils ne sont pas obtenus en inversant une matrice mais en solutionnant un programme mathématique. Les modifications peuvent aussi porter sur les coefficients structurels intersectoriels régionaux, si on veut simuler les effets de politiques dont le but serait d'agir sur la structure industrielle de certaines provinces.

Il est finalement possible d'utiliser les matrices origine-destination données par TOMM-2 comme input dans un modèle de transport simulant le choix modal et l'affectation sur le réseau de transport multimodal canadien, à un niveau de désagrégation plus poussée. Cette application, qui était d'ailleurs la justification initiale des recherches entreprises par Los (1980), permet de relier la demande de transport des marchandises par modes aux variables économiques structurelles que sont les coefficients

input-output régionaux et aux variables économiques conjoncturelles que sont les demandes finales régionales.

Nous allons ici nous limiter aux deux premiers types d'application, en utilisant les données intersectorielles de Statistique Canada pour 1974. Dans Picard et Paskievici (1985) on discute de la dernière application.

3. LES MULTIPLICATEURS INTERSECTORIELS DU QUÉBEC

3.1 La procédure utilisée

Un multiplicateur mesure la réponse à un changement égal à l'unité. Dans le cas des multiplicateurs intersectoriels, on suppose qu'il s'agit d'une hausse de un dollar dans les ventes à un secteur de la demande finale en particulier, ou à l'ensemble des secteurs de la demande finale. Comme on s'intéresse ici à la structure technologique plutôt qu'à la structure de consommation, on examinera ici les multiplicateurs intersectoriels calculés à partir d'une augmentation de la demande finale au Québec pour chacun des 88 biens commercialisables et services. Il s'agit donc de 88 situations différentes où l'impact initial ne porte à chaque fois que sur un seul des 88 biens ou services.

Une modification à la demande finale apparaît dans les équations comptables (2) du programme mathématique à résoudre. Les flux a priori ne changent donc pas puisqu'on veut isoler le seul effet dû à la variation de la demande finale, lorsque tous les facteurs institutionnels et normatifs qui entrent en jeu dans la détermination de la distribution ex ante sont considérés inchangés. Ainsi, les variables de production et d'attraction P_i et A_j, qui représentent tout le contexte institutionnel, ne doivent pas être modifiées si on veut permettre une répartition des effets entre les régions qui tiennent compte de l'inertie inhérente au système économique canadien. Il est alors possible de prendre dans ce cas-ci les flux observés en 1974 comme flux a priori, et cela est même souhaitable puisqu'ils représentent le mieux la distribution ex ante qui recoupe tous les aspects institutionnels et normatifs caractérisant le système économique canadien. Dans le cas où un facteur normatif comme les coûts de transport change, on ne peut évidemment prendre ces flux observés et il faut alors utiliser les flux a priori estimés à partir des diverses variables socio-économiques.

Cela ne remet pas en cause la généralité du modèle où il s'agit de s'éloigner le moins possible de la distribution des flux a priori la plus appropriée pour un problème donné, tout en tenant compte de la structure intersectorielle de chaque région.

C'est ce qui a été fait dans les simulations qu'on présente ici. Les changements apparaissent uniquement dans l'élément ϕ_i^k des contraintes (2). On voit alors que pour les 64 biens commercialisables, seul le bien dont la demande finale est augmentée, voit la contrainte qui lui est associée changer. Et comme la demande finale est sur une base régionale, lorsqu'on étudie les multiplicateurs associés à la demande finale dans une région pour un bien commercialisable, il n'y a qu'une seule des 512 contraintes de type (2) qui est modifiée, toutes les autres demeurant inchangées. Pour les 24 services, la modification de la demande finale dans une région est transmise aux 64 contraintes sur les biens commercialisables de cette région. Les contraintes de sept autres régions ne subissent aucun changement. Il en est ainsi parce que le modèle endogénise la production locale de services qui est reliée de façon linéaire à la production de biens commercialisables dans chaque région.

Une partie de la demande finale, tout comme la demande intermédiaire, étant fournie par des importations internationales, on a été amené à distinguer la demande finale globale F_i^k de la demande finale domestique H_i^k. Dans cette dernière, on ne garde que la portion de la demande finale globale qui est satisfaite par une production domestique canadienne. On a alors utilisé l'équation suivante :

$$H_i^k = F_i^k \, (1-w_i^{kN}) \qquad k \varepsilon I_1 \qquad i = 1,\ldots,R \qquad (5)$$

où w_i^{kN} est un coefficient d'importation.

Pour faire ressortir les liaisons technologiques et les fuites vers les autres provinces, il paraît alors préférable de travailler sur la demande finale domestique H_i^k, afin d'éliminer les fuites vers l'étranger au niveau de l'impact initial. Si on travaille avec les demandes finales globales F_i^k, il faudrait évidemment considérer ce facteur supplémentaire dans l'explication des multiplicateurs régionaux. On peut d'ailleurs mesurer directement les fuites vers l'étranger au niveau de l'impact initial en regardant les coefficients d'importation. De plus, si on multiplie par $1/(1-w_i^{kN})$ les multiplicateurs obtenus à partir d'une modification de la demande finale domestique, on retrouve les multiplicateurs plus généraux où l'on ne distingue pas la source d'approvisionnement pour l'impact initial. Ajoutons que cette procédure n'implique nullement qu'au niveau indirect de l'approvisionnement des inputs intermédiaires, il n'y aura pas de fuites vers l'étranger.

La formulation du problème sous forme de programme mathématique avec des critères d'arrêt sur la faisabilité des contraintes ne nous permet pas d'introduire une modification de un dollar comme tel. Les unités dans lesquelles sont écrites les données du programme étant des milliers de dollars et les critères d'arrêt internes et externes étant de 0,0001, même une modification de mille dollars ne sera pas toujours suffisante lorsqu'on sait que l'ensemble des flux représente une valeur de 85 milliards de dollars. Pour chacun des 88 problèmes différents, on a donc introduit une augmentation initiale de cent milliers de dollars pour le bien dont la demande finale change, et on ramène par la suite les résultats par dollar d'impact initial. Le tableau 1 indique le multiplicateur d'output pour l'ensemble du Canada suite à une modification dans la demande finale domestique au Québec pour le bien #149 (Produits manufacturés divers), selon que la modification initiale est plus ou moins importante. On constate qu'au delà d'un certain seuil, l'impact est relativement stable, alors qu'en deçà

TABLEAU 1

Multiplicateur d'output - Canada (impact initial au Québec)
Produits manufacturés divers[1]

Variation de la demande finale domestique (milliers de dollars)	Variation de la production totale (milliers de dollars)	Multiplicateurs
1 000	0	0
10 000	19 623	1,962
100 000	201 636	2,016
1 000 000	2 015 666	2,016
10 000 000	20 244 060	2,024
100 000 000	200 044 754	2,000

[1] Le critère d'arrêt interne et externe est de 0,0001.

de ce seuil, les critères d'arrêt sont trop peu sévères pour amener un changement dans la solution du programme mathématique. Ces résultats sont obtenus avec un critère d'arrêt de 0,0001. Avec un critère moins sévère, il faut élever le seuil en deçà duquel aucun effet n'apparaît.

Précisons maintenant que les multiplicateurs sont de type I, selon la nomenclature acceptée des multiplicateurs input-output[1]. C'est donc dire qu'on considère les effets directs et les effets indirects de support industriel mais qu'on ne considère pas les effets induits par l'augmentation de revenu des ménages. On ne retrouve en effet pas la structure de consommation des ménages dans le programme mathématique TOMM-2. Étant donné la production obtenue en résolvant le programme avec de nouvelles demandes finales, on calcule les revenus des ménages qui en découlent vu l'utilisation de leurs services dans la production des différents biens et services. Pour avoir des multiplicateurs de type II qui ajoutent aux effets directs et indirects, les effets induits par l'augmentation de revenus des ménages, il faudrait ajouter aux contraintes comptables (2) des contraintes comptables sur la consommation des ménages. Cela est sans doute possible mais n'a pas été fait dans la présente recherche. En fait, les ménages pourraient être traités de façon analogue aux services non-commercialisables qui sont produits et consommés à l'intérieur de chaque région selon l'hypothèse du modèle. Il faudrait donc recalculer toute une série de coefficients α_i^{kh} et de demande finale globale ϕ_i^k qui tiendraient compte des effets induits et donneraient des multiplicateurs correspondant au cas où la matrice de coefficients directs à inverser est fermée sur les ménages.

---

[1] Voir Richardson (1972) et Jensen et West (1982), à ce sujet.

Finalement, il faudrait souligner que la contrainte (3) sur le total des flux interrégionaux disparaît dans une telle application. Cette contrainte découle de la justification probabiliste des modèles entropiques et d'information. Mais, lorsqu'on modifie les demandes finales, la valeur T doit être rajustée. En effet, les demandes finales déterminent cette valeur à moins de un pour cent près. Par exemple, dans l'application du modèle TOMM-2 à partir des moindres carrés ordinaires et sans contrainte d'offre, le flux total estimé n'est que de 0,9% inférieur au flux total observé, même si on n'ajoute pas la contrainte (3). Cet écart de moins de un pour cent semble donc justifier une approche qui consiste à laisser le modèle déterminer lui-même la valeur T lorsque les demandes finales sont modifiées.

3.2 Les multiplicateurs d'output

Avant de discuter des résultats, il est nécessaire de préciser leur signification économique. Cette augmentation de la production ne correspond pas à une augmentation du produit intérieur brut. Comme le souligne Truchon (1975), dans un modèle intersectoriel ouvert où les revenus des ménages n'induisent pas une augmentation de la production, la hausse du produit intérieur brut est égal à l'accroissement initial de la demande finale. Il ne faut donc pas associer les multiplicateurs présentés ici, à des multiplicateurs de type keynésien. Comme on calcule des multiplicateurs différents pour chaque bien et service, l'intérêt des résultats est de faire ressortir le niveau des liens intersectoriels et, surtout, la répartition géographique des effets directs et indirects. Dans tous les cas, l'impact initial se fait au Québec, alors que la répartition entre le Québec, le reste du Canada et les importations peut varier considérablement d'un bien à l'autre.

Pour tenter de dégager certaines régularités dues au type de biens, on considère les cinq grandes catégories suivantes :

- aliments et boissons (#1 à #31);
- matières premières brutes (#40 à #81);
- produits semi-transformés (#90 à #131);
- produits finis (#140 à #149);
- services (#200 à #263).

Le tableau 2 présente l'impact sur l'output total de biens commercialisables et services, d'une augmentation de un dollar de la demande finale domestique au Québec pour chacun des 88 biens et services. Rappelons qu'on entend par domestique une demande finale qui est satisfaite en entier par les secteurs productifs canadiens. L'impact est ventilé selon qu'il se produit au Québec ou dans le reste du Canada, puis on donne l'impact total pour le Canada, les importations qui sont induites par cette augmentation de la demande finale et le total de l'impact au Canada et des importations induites.

On constate d'abord que les multiplicateurs n'ont pas été calculés pour le bien #112 (Coke) qui est importé de l'étranger en totalité par le Québec. La demande finale H_i^k n'est donc pas modifiée et il est impossible de calculer les multiplicateurs.

Si on regarde l'effet global (Canada plus importations), on remarque que les matières premières et les services induisent moins d'effets comparativement aux produits finis et semi-finis. Il n'est cependant pas possible de discriminer laquelle de ces deux dernières catégories induit, de façon générale, le plus d'effets directs et indirects. Par ailleurs, les aliments et boissons ont un comportement un peu irrégulier avec des biens (#11, #13, #20) qui ont des effets très forts, et d'autres (#14, #30) qui ont des effets très faibles.

Si on enlève les importations et on regarde l'effet au Canada seulement, cela ne change pas beaucoup les conclusions. Évidemment, les services, les aliments et boissons et les matières premières bénéficient le plus de cette exclusion puisqu'ils induisent moins d'importations. Les produits semi-finis induisent un peu plus d'importations (à l'exception du secteur du bois et des pâtes et papiers, #90 à 96), de même que les produits finis. Il y a évidemment deux cas extrêmes, les biens #110 (essence) et #111 (mazout) qui importent une grande partie de leur input intermédiaire principal, le pétrole brut.

Lorsqu'on regarde ce qui reste comme effet au Québec, la situation peut varier grandement entre les biens, quelle que soit la catégorie considérée. Il y a évidemment une exception à cela, ce sont les services dont l'effet demeure essentiellement à l'intérieur du Québec. Pour les autres biens, on retrouve, par exemple, un bien (#61, pétrole brut) dont l'effet au Québec est évidemment nul.

Il est plus intéressant de regarder le tableau 3 pour se faire une idée des fuites vers l'étranger et vers le reste du Canada, que subit le Québec suite à une augmentation de sa demande finale. Le pourcentage de ce qui reste au Québec va de zéro pour-cent (pétrole brut, #61) à 99,7 pour-cent pour le service #219 (transport par pipeline). En fait, tous les services laissent la plus grande part de leur effet au Québec, soit plus de 85% pour vingt d'entre eux, les quatre autres se situant entre 76,9 et 78,8%. Quelques biens commercialisables seulement s'approchent de cette performance, dont deux sont au-dessus de 75%, soit le bien 71 (sable et gravier) avec 75,9%, et le bien 50 (minerais et concentrés de fer) avec 78,3%. Mais encore là, à l'exception des services il n'est pas possible de caractériser les fuites par rapport à la catégorie auquelle appartient le bien. À l'intérieur de chacune, on retrouve des cas extrêmes. Le tableau 3 confirme également ce qu'on a déjà noté au niveau des importations indui-

tes, soit que les produits finis et semi-finis induisent plus d'importations et qu'il y a des cas extrêmes où leur proportion des effets globaux atteint plus de 43% (bien #110 et #111).

TABLEAU 2

MULTIPLICATEURS D'OUTPUT - QUÉBEC

	Québec	Reste du Canada	Total Canada	Importations	Canada plus importations
Aliments et boissons					
1- Animaux vivants	0,80	1,29	2,09	0,15	2,25
11- Produits de la viande	0,96	1,56	2,52	0,13	2,66
12- Poissons et produits	0,46	1,69	2,15	0,15	2,30
13- Produits laitiers oeufs, miel	1,17	1,33	2,50	0,16	2,66
14- Blé	0,02	1,38	1,40	0,04	1,44
15- Autres céréales	0,14	1,63	1,77	0,11	1,88
16- Farine de blé	0,77	1,36	2,13	0,12	2,25
17- Produits céréaliers, autres	1,01	1,06	2,07	0,12	2,19
18- Fruits, légumes, autres aliments	0,76	1,24	2,00	0,15	2,15
19- Sucre, mélasse, sirop	0,81	0,90	1,71	0,11	1,82
20- Aliments pour animaux	0,55	1,75	2,29	0,21	2,50
21- Breuvages	1,40	0,51	1,91	0,12	2,03
22- Tabac	0,65	1,60	2,25	0,10	2,35
30- Graines oléagineuses	0,05	1,44	1,49	0,06	1,55
31- Animaux et végétaux bruts	0,35	1,61	1,96	0,12	2,08
Matières premières brutes					
40- Bois et copeaux à pâte	1,28	0,49	1,76	0,11	1,87
41- Billots, poteaux et autres	1,25	0,56	1,82	0,11	1,93
50- Minerai et concentrés de fer	1,64	0,27	1,91	0,18	2,09
51- Autres minerais métalliques	0,26	1,29	1,54	0,09	1,63
60- Charbon	0,13	1,79	1,92	0,18	2,10
61- Huiles minérales brutes	0,00	1,59	1,59	0,02	1,61

TABLEAU 2 (suite)

MULTIPLICATEURS D'OUTPUT - QUÉBEC

	Québec	Reste du Canada	Total Canada	Importations	Canada plus importations
Matières premières brutes (suite)					
62- Gaz naturel	0,01	1,59	1,60	0,02	1,62
70- Amiante brute	1,01	0,60	1,61	0,11	1,72
71- Sable et gravier	1,37	0,31	1,68	0,13	1,81
72- Gypse	0,07	1,53	1,60	0,12	1,72
73- Autres produits des mines	1,04	0,62	1,66	0,13	1,79
74- Sel	0,04	1,56	1,60	0,10	1,70
75- Soufre brut et raffiné	0,75	1,03	1,79	0,13	1,92
76- Rebuts et ferrailles	1,35	0,56	1,90	0,13	2,03
80- Huiles et graisses (animales et végétales)	0,24	2,06	2,30	0,17	2,47
81- Produits dérivés des animaux et des végétaux	0,44	1,34	1,78	0,24	2,02
Produits semi-transformés					
90- Sciage et bois d'oeuvre	1,09	0,84	1,93	0,12	2,05
91- Placages et contre-plaqués	0,43	1,60	2,03	0,14	2,17
92- Autres produits du bois	1,29	0,69	1,98	0,16	2,14
93- Pâte de bois	0,81	1,08	1,89	0,12	2,01
94- Papier journal	1,18	0,71	1,89	0,12	2,02
95- Autres papiers	0,81	1,10	1,91	0,12	2,03
96- Cartons, papiers de construction	0,78	1,10	1,88	0,13	2,01
100- Acide sulphurique	0,38	1,58	1,96	0,20	2,16
101- Produits chimiques industriels	0,38	1,55	1,93	0,23	2,16
102- Autres produits chimiques	0,38	1,56	1,94	0,20	2,14
103- Engrais chimiques	0,54	1,39	1,93	0,21	2,14
110- Essence	1,00	0,31	1,31	1,01	2,32
111- Mazout	0,88	0,42	1,30	1,02	2,32
112- Coke	-	-	-	-	-
113- Gaz liquéfiés	0,03	1,91	1,93	0,14	2,07

TABLEAU 2 (suite)

MULTIPLICATEURS D'OUTPUT - QUÉBEC

	Québec	Reste du Canada	Total Canada	Importations	Canada plus importations
Produits semi-transformés (suite)					
114- Autres produits raffinés du pétrole	0,65	0,93	1,58	0,72	2,30
120- Produits du fer et de l'acier	0,35	1,47	1,82	0,22	2,04
121- Produits de l'aluminium	0,72	1,36	2,07	0,26	2,33
122- Produits du cuivre et alliages	0,50	1,70	2,20	0,23	2,42
123- Autres métaux non-ferreux	0,46	1,49	1,95	0,22	2,16
124- Produits métalliques	0,72	1,12	1,84	0,22	2,06
130- Ciment	1,05	0,75	1,80	0,14	1,94
131- Produits minéraux non-métalliques	0,90	0,91	1,81	0,17	1,98
Produits finis					
140- Machines industrielles	0,78	1,00	1,78	0,24	2,02
141- Machines agricoles	0,93	0,77	1,70	0,24	1,94
142- Voitures particulières	0,20	1,46	1,66	0,45	2,11
143- Véhicules utilitaires	0,29	1,38	1,67	0,42	2,09
144- Pièces pour automobiles	0,36	1,37	1,74	0,34	2,08
145- Autres matériels de transport	0,98	0,76	1,74	0,38	2,11
146- Autres équipements manufacturiers	0,56	1,24	1,80	0,22	2,01
147- Objets personnels et ménagers	0,95	0,87	1,82	0,22	2,04
148- Contenants (boîtes, bouteilles)	0,80	1,17	1,96	0,17	2,13
149- Produits manufacturés divers	1,25	0,76	2,02	0,27	2,28

TABLEAU 2 (suite)

MULTIPLICATEURS D'OUTPUT - QUÉBEC

	Québec	Reste du Canada	Total Canada	Importations	Canada plus importations
Services					
200- Services auxiliaires (forêt, mine, agriculture)	1,55	0,27	1,82	0,14	1,96
201- Construction et réparation	1,45	0,29	1,74	0,15	1,88
202- Construction résidentielle	1,45	0,29	1,74	0,15	1,88
203- Construction non-résidentielle	1,45	0,29	1,74	0,15	1,89
210- Transport aérien	1,60	0,13	1,73	0,15	1,88
211- Autres moyens de transport	1,54	0,10	1,64	0,08	1,72
212- Services auxiliaires (transport)	1,57	0,10	1,68	0,08	1,76
213- Transport maritime	1,92	0,15	2,07	0,16	2,23
214- Services auxiliaires (transport maritime)	1,90	0,17	2,07	0,16	2,23
215- Transport ferroviaire	1,51	0,12	1,63	0,10	1,72
216- Transport par camions	1,44	0,09	1,53	0,11	1,64
217- Transport interurbain par autobus	1,46	0,09	1,55	0,09	1,64
218- Transport urbain et taxis	1,23	0,04	1,27	0,06	1,34
219- Transport par pipe-line	1,01	0,00	1,01	0,00	1,01
220- Entreposage	1,33	0,06	1,39	0,06	1,46
221- Marges de transport	2,52	0,11	2,63	0,11	2,74
230- Radio, T.V., téléphone, télégraphe	1,27	0,06	1,32	0,03	1,35

TABLEAU 2 (suite)

MULTIPLICATEURS D'OUTPUT - QUÉBEC

	Québec	Reste du Canada	Total Canada	Importations	Canada plus importations
Services (suite)					
231- Services postaux	1,27	0,06	1,32	0,03	1,35
240- Electricité	1,24	0,06	1,30	0,03	1,33
241- Autres utilités (gaz, eau)	1,44	0,08	1,52	0,07	1,59
250- Marges de commerce (gros, détail)	1,29	0,07	1,36	0,04	1,40
261- Finance, assurance, immobilier	1,36	0,06	1,41	0,03	1,44
262- Services personnels et d'affaires	1,49	0,15	1,65	0,07	1,72
263- Sercives d'éducation et de santé	1,26	0,07	1,33	0,04	1,37

TABLEAU 3

Répartition des effets directs et indirects: impact initial au Québec (en pourcentage)

Bien	Québec	Reste du Canada	Importations
Aliments et boissons			
1- Animaux vivants	35,8	57,4	6,9
11- Produits de la viande	36,2	58,8	5,0
12- Poissons et produits	20,0	73,5	6,6
13- Produits laitiers oeufs, miel	43,9	50,1	6,0
14- Blé	1,6	95,3	3,1
15- Autres céréales	7,7	86,6	5,6
16- Farine de blé	34,4	60,4	5,2
17- Produits céréaliers, autres	46,3	48,3	5,4
18- Fruits, légumes, autres aliments	35,2	57,8	7,0
19- Sucre, mélasse, sirop	44,5	49,2	6,3
20- Aliments pour animaux	21,9	69,9	8,4
21- Breuvages	69,2	25,1	5,7
22- Tabac	27,5	68,2	4,3
30- Graines oléagineuses	3,0	93,1	3,9
31- Animaux et végétaux bruts	17,0	77,2	5,8
Matières premières brutes			
40- Bois et copeaux à pâte	68,2	26,1	5,8

Note: le total n'est pas nécessairement égal à 100% à cause des erreurs d'arrondi.

TABLEAU 3 (suite)

Répartition des effets directs et indirects: impact initial au Québec
(en pourcentage)

Bien	Québec	Reste du Canada	Importations
Matières premières brutes (suite)			
41- Billots, poteaux et autres	65,0	29,2	5,8
50- Minerai et concentrés de fer	78,3	12,8	8,9
51- Autres minerais métalliques	15,8	79,0	5,2
60- Charbon	5,9	85,3	8,7
61- Pétrole brut	0	98,9	1,1
62- Gaz naturel	0,7	98,0	1,4
70- Amiante brute	58,8	35,1	6,2
71- Sable et gravier	75,9	17,1	7,0
72- Gypse	4,0	89,0	7,0
73- Autres produits des mines	58,0	34,8	7,2
74- Sel	2,3	91,7	6,0
75- Soufre brut et raffiné	39,2	53,9	6,9
76- Rebuts et ferrailles	66,3	27,4	6,3
80- Huiles et graisses (animales, végét.)	9,6	83,6	6,8
81- Autres dérivés des anim. et végétaux	22,0	66,3	11,7
Produits semi-transformés			
90- Sciage et bois d'oeuvre	53,3	41,0	5,6

TABLEAU 3 (suite)

Répartition des effets directs et indirects: impact initial au Québec
(en pourcentage)

Bien	Québec	Reste du Canada	Importations
Produits semi-transformés (suite)			
91- Placages et contre-plaqués	20,0	73,5	6,5
92- Autres produits du bois	60,2	32,2	7,6
93- Pâte de bois	40,5	53,7	5,8
94- Papier journal	58,6	35,3	6,1
95- Autres papiers	39,7	54,2	6,1
96- Cartons, papiers de construction	38,8	54,9	6,3
100- Acide sulphurique	17,4	73,1	9,5
101- Produits chimiques industriels	17,6	71,8	10,6
102- Autres produits chimiques	17,6	72,9	9,5
103- Engrais chimiques	25,4	64,9	9,7
110- Essence	43,2	13,3	43,5
111- Mazout	38,0	18,0	44,1
112- Coke	-	-	-
113- Gaz liquéfiés	1,4	92,1	6,7
114- Autres produits du pétrole	28,4	40,3	31,3
120- Produits du fer et de l'acier	17,1	71,9	11,0
121- Produits de l'aluminium	30,7	58,3	11,1

TABLEAU 3 (suite)

Répartition des effets directs et indirects: impact initial au Québec (en pourcentage)

Bien	Québec	Reste du Canada	Importations
Produits semi-transformés (suite)			
122- Produits du cuivre et alliages	20,6	70,1	9,4
123- Autres métaux non-ferreux	21,1	68,9	10,1
124- Produits métalliques	34,9	54,6	10,5
130- Ciment	54,0	38,7	7,2
131- Produits minéraux non-métalliques	45,5	46,2	8,3
Produits finis			
140- Machines industrielles	38,8	49,5	11,7
141- Machines agricoles	48,0	39,9	12,1
142- Voitures particulières	9,7	69,1	21,2
143- Véhicules utilitaires	13,8	66,1	20,1
144- Pièces pour automobiles	17,5	66,0	16,5
145- Autres matériels de transport	46,4	35,9	17,8
146- Autres équipements manufacturiers	27,7	61,5	10,8
147- Objets personnels et ménagers	46,6	42,4	11,0
148- Contenants (boîtes, bouteilles)	37,3	54,8	7,9
149- Produits manufacturés divers	54,9	33,4	11,7

TABLEAU 3 (suite)

Répartition des effets directs et indirects: impact initial au Québec (en pourcentage)

Bien	Québec	Reste du Canada	Importations
Services			
200- Services aux. (ind. primaires)	78,8	13,9	7,3
201- Construction et réparation	76,9	15,3	7,8
202- Construction résidentielle	76,9	15,3	7,8
203- Construction non-résidentielle	76,9	15,2	7,9
210- Transport aérien	85,2	6,9	8,0
211- Autres moyens de transport	89,6	5,6	4,8
212- Services auxiliaires (transport)	89,3	5,9	4,8
213- Transport maritime	86,3	6,5	7,2
214- Services aux. (transp. maritime)	85,2	7,4	7,4
215- Transport ferroviaire	87,5	6,7	5,7
216- Transport par camions	87,6	5,7	6,7
217- Transport interurbain par bus	89,2	5,6	5,3
218- Transport urbain et taxis	92,1	3,1	4,8
219- Transport par pipe-line	99,7	0,2	0,1
220- Entreposage	91,6	4,2	4,2
221- Marges de transport	91,8	4,0	4,2
230- Radio, T.V., téléphone, télégraphe	93,4	4,1	2,5

TABLEAU 3 (suite)

Répartition des effets directs et indirects: impact initial au Québec (en pourcentage)

Bien	Québec	Reste du Canada	Importations
Services (suite)			
231- Services postaux	93,4	4,1	2,5
240- Electricité	93,5	4,2	2,3
241- Autres utilités (gaz, eau)	90,3	5,3	4,3
250- Marges de commerce (gros, détail)	92,1	5,4	2,6
261- Finance, assurance, immobilier	95,7	4,0	2,4
262- Services personnels et d'affaires	87,0	9,0	4,0
263- Services d'éducation et de santé	91,6	5,2	3,2

4. L'IMPORTANCE DES COÛTS DE TRANSPORT DANS LA RÉPARTITION DE L'ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE

Une façon simple de voir quelle importance donne le modèle aux coûts de transport dans la répartition de l'activité économique, consiste à fixer à zéro les coûts de transport pour tous les flux originant d'une province. À tour de rôle, pour chacune des huit régions, on a donc baissé de 100% les coûts de transport pour tous les biens qui en sortent et on a calculé à partir des résultats de 64 régressions estimées par moindres carrés, de nouveaux flux a priori. On resolutionne le programme mathématique huit fois, les flux a priori d'une seule province étant modifiés à chaque reprise.

Les résultats du tableau 4 indiquent d'abord que la production totale du Canada ne change pas suite à ce genre de scénario. On a déjà souligné qu'elle est déterminée par les demandes finales qui ne changent pas ici. L'augmentation des flux a priori pour la province qui connaît une baisse des coûts de transport, provoque une hausse de sa production qui est compensée par une baisse à peu près équivalente dans les autres provinces.

La différence peu significative entre les deux montants semble due à des problèmes numériques au niveau de la résolution du problème et au niveau des approximations que peut impliquer le calcul des différents coefficients. En valeur, le déplacement de production vers la province dont les coûts de transport sont éliminés, oscille autour de deux milliards de dollars, sauf pour Terre-Neuve qui n'augmente sa production que d'un milliard de dollars. L'effet relatif à chaque province varie encore plus, puisqu'il peut aller de 26,2% pour Terre-Neuve à 2,0% pour l'Ontario.

Face à un scénario aussi radical où les coûts de transport sont éliminés pour tout ce qui sort d'une province, l'effet en pourcentage et en valeur peut sembler assez faible. Cela s'explique d'abord par la prépondé-

rance des services sur les biens commercialisables, les premiers n'étant pas affectés par cette baisse des coûts de transport. Par ailleurs, même dans les biens commercialisables, il y en a 69,5% qui sont produits et consommés à l'intérieur de la même région. Encore là, la baisse des coûts de transport n'a pas d'effet puisqu'on a fixé le coût de transport intra-régional à zéro.

Finalement, le tableau 5 présente des résultats plus détaillés pour l'un des scénarios présentés au tableau 4, celui où les coûts de transport pour tout ce qui sort du Québec seulement sont ramenés à zéro. Que ce soit en valeur, en pourcentage d'augmentation par rapport à la production québécoise, ou en pourcentage par rapport à la production canadienne, l'impact de cette mesure peut être très différent d'un bien à l'autre. Les "produits manufacturés divers " (#149) et les "autres équipements manufacturiers" (#146) connaissent la plus forte hausse en valeurs, soit plus de 200 millions de dollars. Par contre, en termes relatifs par rapport à la production québécoise initiale, la palme revient aux "poissons et produits" (#12) qui font plus que doubler leur production. À l'opposé, pour plusieurs biens, l'impact est nul ou négligeable, tant en valeurs qu'en termes relatifs.

TABLEAU 4

Variation de la production suite à l'élimination des coûts de transport pour tous les flux originant d'une province

Province où les coûts de transport sont éliminés	Variation dans la province en valeurs (milliers de dollars) et en pourcentage	Variation dans le reste du Canada en valeurs (milliers de dollars) et en pourcentage
Terre-Neuve	1 005 445 (26,2)	-969 926 (-0,4)
Maritimes	2 306 559 (18,4)	-2 288 737 (-1,0)
Québec	2 732 522 (4,8)	-2 648 856 (-1,5)
Ontario	1 950 645 (2,0)	-1 874 561 (-1,3)
Manitoba	2 192 227 (21,0)	-1 994 441 (-0,9)
Saskatchewan	1 961 756 (19,5)	-1 943 419 (-0,8)
Alberta	2 206 370 (9,1)	-2 085 710 (-1,0)
Colombie-Britannique	2 668 708 (11,6)	-2 805 585 (-1,3)

TABLEAU 5

Augmentation de la production par bien suite à l'élimination des coûts de transport pour tous les flux originant du Québec

	Augmentation (millions de dollars)	Pourcentage d'augmentation	Pourcentage par rapport à la prod. canadienne
Aliments et boissons			
1- Animaux vivants	34 312	7,8	1.1
11- Produits de la viande	89 639	16,2	2,2
12- Poissons et produits	34 252	132,4	7,7
13- Produits laitiers oeufs, miel	75 894	6,3	2,4
14- Blé	502	3,3	0,1
15- Autres céréales	5 318	25,1	1,3
16- Farine de blé	6 000	13,0	2,6
17- Produits céréaliers, autres	38 525	12,8	2,9
18- Fruits, légumes, autres aliments	112 711	17,1	3,6
19- Sucre, mélasse, sirop	32 982	13,2	5,0
20- Aliments pour animaux	34 426	8,6	2,4
21- Breuvages	16 356	4,0	1,1
22- Tabac	21 930	6,4	2,7
30- Graines oléagineuses	0,0	0,0	0,0
31- Animaux et végétaux bruts	13 811	46,7	5,5
Matières premières brutes			
40- Bois et copeaux à pâte	17 501	4,5	1,4

TABLEAU 5 (suite)

Augmentation de la production par bien suite à l'élimination des coûts de transport pour tous les flux originant du Québec

	Augmentation (millions de dollars)	Pourcentage d'augmentation	Pourcentage par rapport à la prod. canadienne
Matières premières brutes (suite)			
41- Billots, poteaux et autres	15 749	9,7	1,3
50- Minerai et concentrés de fer	0,0	0,0	0,0
51- Autres minerais métalliques	7 555	3,4	0,4
60- Charbon	0,0	0,0	0,0
61- Pétrole brut	0,0	0,0	0,0
62- Gaz naturel	62	5,3	0,01
70- Amiante brute	615	6,4	5,1
71- Sable et gravier	1 402	3,6	1,0
72- Gypse	52	5,5	0,6
73- Autres produits des mines	2 399	5,6	1,5
74- Sel	23	0,6	0,04
75- Soufre brut et raffiné	100	2,9	0,05
76- Rebuts et ferrailles	480	4,5	0,2
80- Huiles et graisses (animales, végét.)	4 368	11,3	1,1
81- Autres dérivés des anim. et végétaux	66 570	9,1	3,9
Produits semi-transformés			
90- Sciage et bois d'oeuvre	43 675	20,8	6,3

TABLEAU 5 (suite)

Augmentation de la production par bien suite à l'élimination des coûts de transport pour tous les flux originant du Québec

	Augmentation (millions de dollars)	Pourcentage d'augmentation	Pourcentage par rapport à la prod. canadienne
Produits semi-transformés (suite)			
91- Placages et contre-plaqués	14 660	33,3	4,2
92- Autres produits du bois	15 598	7,5	2,2
93- Pâte de bois	6 518	4,4	2,0
94- Papier journal	7 753	6,4	3,4
95- Autres papiers	20 697	7,4	2,6
96- Cartons, papiers de construction	22 669	8,3	3,6
100- Acide sulphurique	927	30,4	3,6
101- Produits chimiques industriels	30 184	12,6	3,4
102- Autres produits chimiques	74 429	21,3	4,3
103- Engrais chimiques	1 250	6,5	0,5
110- Essence	33 245	5,4	1,8
111- Mazout	66 310	7,2	3,0
112- Coke	0,0	0,0	0,0
113- Gaz liquéfiés	3 571	17,0	2,5
114- Autres produits du pétrole	22 793	13,7	3,7
120- Produits du fer et de l'acier	78 339	10,5	1,9
121- Produits de l'aluminium	20 004	6,6	3,0

TABLEAU 5 (suite)

Augmentation de la production par bien suite à l'élimination des coûts de transport pour tous les flux originant du Québec

	Augmentation (millions de dollars)	Pourcentage d'augmentation	Pourcentage par rapport à la prod. canadienne
Produits semi-transformés (suite)			
122- Produits du cuivre et alliages	13 412	3,9	1,6
123- Autres métaux non-ferreux	12 234	14,7	2,4
124- Produits métalliques	74 515	13,2	2,9
130- Ciment	6 802	8,2	2,4
131- Produits minéraux non-métalliques	66 666	13,9	3,0
Produits finis			
140- Machines industrielles	109 374	25,0	5,2
141- Machines agricoles	12 861	96,6	8,0
142- Voitures particulières	49 645	36,2	4,7
143- Véhicules utilitaires	36 059	66,4	4,4
144- Pièces pour automobiles	42 988	30,3	3,1
145- Autres matériels de transport	82 197	23,3	6,2
146- Autres équipements manufacturiers	211 466	33,0	6,2
147- Objets personnels et ménagers	191 642	6,6	2,5
148- Contenants (boîtes, bouteilles)	49 424	9,3	2,4
149- Produits manufacturés divers	241 888	8,8	2,1

5. CONCLUSION

Ces scénarios avaient pour but d'illustrer les possibilités du modèle économique multirégional TOMM-2. Par rapport à un problème de politique économique précis, on peut évidemment combiner les aspects variation de la demande finale et modification des tarifs de transport, selon les besoins. De plus, nous n'avons présenté ici que des chiffres globaux en termes de production par province. Or, pour chacun des scénarios il est également possible de déterminer les effets en termes de flux interprovinciaux. La formulation du modèle TOMM-2 apparaît donc très souple, et on peut sans doute l'utiliser pour analyser un nombre très grand de problèmes économiques.

BIBLIOGRAPHIE

BIGRAS, Y. (1985), "La modélisation des flux de marchandises au Canada", Thèse de doctorat, Université de Montréal.

BIGRAS, Y., HAMELIN, P. et NGUYEN, S. (1983), "Un modèle des flux interrégionaux de marchandises au Canada basé sur le concept d'information", publication #292, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal.

GASTON, C. (1979), "Canadian Interregional Input-Output Tables - Sources and Methodology", Statistique Canada, Division de l'analyse structurelle.

JENSEN, R.C. et WEST, G.R. (1982), "On the nature of regional multipliers", communication à la 29ième rencontre nord-américaine de la Regional Science Association, Pittsburg.

LOS, M. (1980) "A transportation-oriented multiregional economic model for Canada", publication #178, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal.

PICARD, G et PASKIEVICI, D. (1985), "Une version désagrégée du modèle de simulation des flux de marchandises TOMM", publication #377, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal.

RICHARDSON, H.W. (1972), Input-Output and Regional Economics, John Wiley and Sons, New York.

TRUCHON, M. (1975), "Les résultats du modèle intersectoriel du Québec : les postes traditionnels de la comptabilité nationale et les multiplicateurs de revenus", L'Actualité économique, vol. 51, pp. 56-70.